15 kV ESD保護付き＋2.7～＋3.6 Vの Green Idle™ 型シリアル・ポート・トランシーバ

ADM3311E*

特長

Green Idle省電力モード
RS-232に完全準拠
3 Vロジック動作
低いEMI
超低消費電力CMOS: 450 μA動作
低消費電力シャットダウン: 20 nA
230 kbit/sのデータ・レート
0.1 ～ 1 μFのチャージ・ポンプ・キャパシタ
＋2.7 ～ ＋3.6 Vの単電源動作
シャットダウン中にも1個のレシーバがアクティブ
ESD＞15 kV
DS14C335とピン互換

アプリケーション

ラップトップ・コンピュータ
ノートブック・コンピュータ
プリンタ
ペリフェラル
モデム

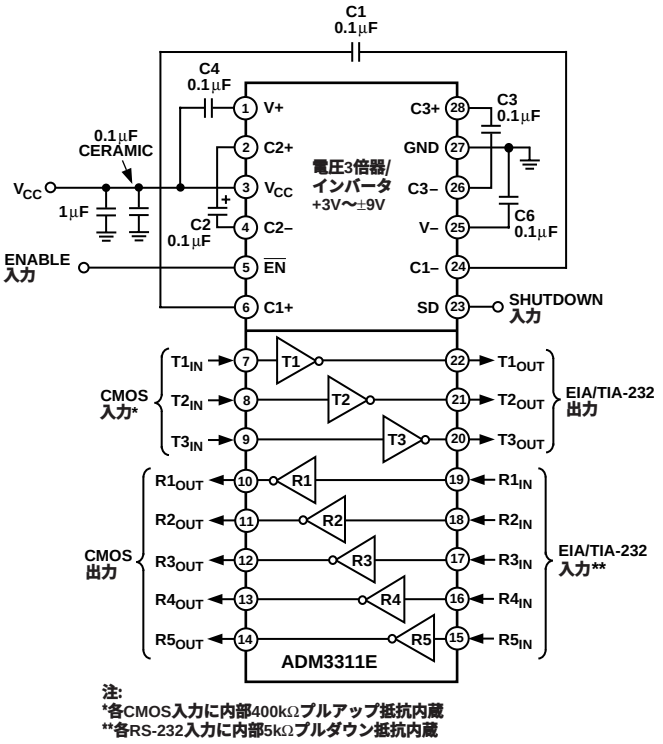
概要

ADM3311Eは3個のドライバと5個のレシーバを内蔵する製品で、EIA-232標準に完全準拠し、かつ＋2.7～＋3.6 Vの単電源で動作するようにデザインされています。デバイスには、チャージ・ポンプ、両電源を不要にするDC/DCコンバータが内蔵されています。このDC/DCコンバータには電圧3倍器と電圧インバータが含まれており、入力の＋3 V電源から内部で正電源と負電源を発生しています。このDC/DCコンバータはGreen Idleモードで動作し、チャージ・ポンプ発振器はゲートをON/OFFにして、変化する負荷条件下の出力電圧を±7.25 Vに維持します。これにより、消費電力が最小に維持されるため、これらの製品はバッテリ駆動の携帯型デバイスに最適です。

ADM3311Eは電気的に厳しい環境での動作に適しており、全I/Oラインに最大±15 kVのESD保護を持っています。

ADM3311Eは3個のドライバと5個のレシーバを内蔵しており、ノートブック/ラップトップ・コンピュータのシリアル・ポート・アプリケーションを対象にしています。

ピン配置



注:
*各CMOS入力に内部400kΩプルアップ抵抗内蔵
**各RS-232入力に内部5kΩプルダウン抵抗内蔵

シャットダウン機能も用意されており、この機能を使うとDC消費電力を3 μWに減少させます。シャットダウン中には、1個のレシーバがアクティブ状態を維持し、ペリフェラル・デバイスの監視に当てることができます。この機能を使うと、ペリフェラル・デバイスが通信を開始するまで、デバイスをシャットダウン状態におくことが可能になります。アクティブ・レシーバがプロセッサを待機状態にすることでADM3311Eをシャットダウン・モードから抜け出させることができます。

ADM3311Eは、低消費電力用のCMOS技術により製造されており、高レベルの過電圧保護とラッチアップ耐性を持っています。

ADM3311Eは28ピンSSOP/TSSOPパッケージを使用しています。

*特許No. 5,606,491で保護されています。
Green Idleは、アナログ・デバイセズ社.の商標です。

アナログ・デバイセズ社が提供する情報は正確で信頼できるものを期していますが、当社はその情報の利用、また利用したことにより引き起こされる第3者の特許または権利の侵害に関して一切の責任を負いません。さらにアナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を許諾するものでもありません。

REV.0

アナログ・デバイセズ株式会社

本　　社／東京都港区海岸１－１６－１　電話03（5402）8200　〒105－6891
ニューピア竹芝サウスタワービル
大阪営業所／大阪市淀川区宮原３－５－３６　電話06（6350）6868㈹　〒532－0003
新大阪第２森ビル

ADM33311E —仕様

電気的特性（V_{CC}＝＋2.7～＋3.6 V、C1－C5＝0.1 μF。特に指定のない限り、すべての仕様はT_{MIN} ～ T_{MAX}）

パラメータ	Min	Typ	Max	単位	テスト条件/コメント
動作電圧範囲	＋2.7	＋3.3	＋3.6	V	
V_{CC}電源電流		0.45	1	mA	V_{CC}＝3.0 ～ 3.6 V、T_A＝0 ～ ＋85℃、無負荷
		0.45	2.3	mA	V_{CC}＝2.7 ～ 3.6 V、T_A＝－40 ～ ＋85℃、無負荷
			30	mA	R_L＝全T_{OUTS}で3 kΩを介してGNDに接続
シャットダウン電源電流		0.02	1	μA	
入力プルアップ電流		10	25	μA	T_{IN}＝GND
入力リーク電流、SD、$\overline{EN}$			±1	μA	
入力ロジック・スレッショルドLow、V_{INL}			0.8	V	T_{IN}、$\overline{EN}$、SD
			0.4	V	T_{IN}、$\overline{EN}$、SD、V_{CC}＝2.7 V
入力ロジック・スレッショルドHigh、V_{INH}	2.0			V	T_{IN}、$\overline{EN}$、SD
CMOS出力電圧Low、V_{OL}			0.4	V	I_{OUT}＝1.6 mA
CMOS出力電圧High、V_{OH}	V_{CC}－0.6			V	I_{OUT}＝－200 μA
CMOS出力リーク電流		0.05	±5	μA	$\overline{EN}$＝V_{CC}、0 V＜R_{OUT}＜V_{CC}
チャージ・ポンプ出力電圧、V＋		7.25		V	無負荷
チャージ・ポンプ出力電圧、V－		－7.25		V	無負荷
EIA-232入力電圧範囲	－25		＋25	V	
EIA-232入力スレッショルドLow	0.4	1.3		V	
EIA-232入力スレッショルドHigh		2.0	2.4	V	
EIA-232入力ヒステリシス		0.14		V	
EIA-232入力抵抗	3	5	7	kΩ	
出力電圧振幅（V_{CC}＝3.0 V）	±5.0	±6.4		V	全トランスミッタ出力
出力電圧振幅（V_{CC}＝2.7 V）		±5.5		V	グランドに接続した3 kΩ負荷
トランスミッタ出力抵抗	300			Ω	V_{CC}＝0 V、V_{OUT}＝±2 V
RS-232出力短絡電流		±15	±60	mA	
最大データ・レート	230			kbps	R_L＝3 k ～ 7 kΩ、C_L＝50 ～ 1000 pF、V_{CC}＝3.0 ～3.6 V
	115			kbps	R_L＝3 k～7 kΩ、C_L＝50 ～1000 pF、V_{CC}＝2.7 V
レシーバ伝搬遅延、T_{PHL}、T_{PLH}		0.3		μs	C_L＝150 pF
レシーバ出力イネーブル時間、t_{ER}		100		ns	
レシーバ出力ディスエーブル時間、t_{DR}		300		ns	
トランスミッタ伝搬遅延、T_{PHL}、T_{PLH}		500		ns	R_L＝3 kΩ、C_L＝1000 pF
遷移領域スルー・レート	6	18		V/μs	R_L＝3 kΩ、C_L＝50 ～ 1000 pF、＋3 ～ －3 Vまたは－3 ～ ＋3 Vで測定
ESD保護（I/Oピン）		±15		kV	人体モデル
		±8		kV	IEC1000-4-2の接触放電
ESD保護（その他の全ピン）		±3.0		kV	人体モデル、MIL-STD-883B
EFT保護（I/Oピン）		±4		kV	IEC1000-4-4
EMI耐性		10		V/m	IEC1000-4-3

仕様は予告なく変更されることがあります。

絶対最大定格*

（特に指定のない限り、T_A＝＋25℃）

V_{CC} …… －0.3 ～ ＋4 V
V＋ …… （V_{CC}－0.3 V）～ ＋8 V
V－ …… ＋0.3 ～ －8 V

入力電圧
- T_{IN} …… －0.3 ～ ＋6 V
- R_{IN} …… ±30 V

出力電圧
- T_{OUT} …… ±15 V
- R_{OUT} …… －0.3 V ～（V_{CC}＋0.3 V）

短絡時間
- T_{OUT} …… 連続

消費電力
- RU-28 TSSOP（＋70℃以上で12 mW/℃に軽減） …… 900 mW
- RS-28 SSOP（＋70℃以上で10 mW/℃に軽減） …… 900 mW

動作温度範囲
- 工業用温度範囲（Aバージョン） …… －40 ～ ＋85℃

保存温度範囲 …… －65 ～ ＋150℃
ピン温度（ハンダ処理、10 sec） …… ＋300℃
ESD定格（MIL-STD-883B）（I/Oピン） …… ±15 kV
ESD定格（MIL-STD-883B）（I/Oを除く） …… ±3.0 kV
ESD定格（IEC1000-4-2 Contact）（I/Oピン） …… ±8 kV
EFT定格（IEC1000-4-4）（I/Oピン） …… ±4 kV

注
* 上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに永久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

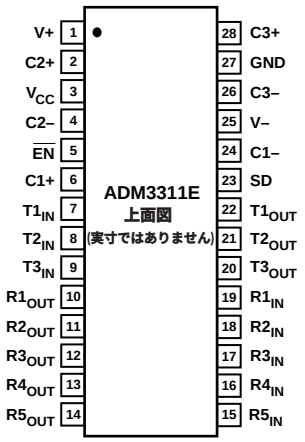
ピン機能説明

名前	機能
V_{CC}	電源入力＋2.7～＋3.6 V。1 μF以上のキャパシタを介してGNDに接続する必要があります。
V＋	内部で発生される正電源（＋7.25 V公称）。キャパシタC4はV_{CC}とV＋の間に接続されます。
V−	内部で発生される負電源（−7.25 V公称）。キャパシタC5はV−とGNDの間に接続されます。
GND	グランド・ピン。0 Vに接続します。
C1＋、C1−	外付けキャパシタ1はこれらのピンの間に接続されます。0.1 μFのキャパシタが推奨されますが、最大1 μFまでの大きなキャパシタも使用することができます。
C2＋、C2−	外付けキャパシタ2はこれらのピンの間に接続されます。0.1 μFのキャパシタが推奨されますが、最大1 μFまでの大きなキャパシタも使用することができます。
C3＋、C3−	外付けキャパシタ3はこれらのピンの間に接続されます。0.1 μFのキャパシタが推奨されますが、最大1 μFまでの大きなキャパシタも使用することができます。
T_{IN}	トランスミッタ（ドライバ）入力。これらの入力にはTTL/CMOSレベルを入力します。V_{CC}に接続された内部400 kΩプルアップ抵抗が各入力に接続されています。
T_{OUT}	トランスミッタ（ドライバ）出力、±6.4 V（typ値）。
R_{IN}	レシーバ入力。これらの入力に、RS-232信号レベルを入力します。GNDに接続された内部5 kΩプルダウン抵抗がこれらの各入力に接続されています。
R_{OUT}	レシーバ出力。TTL/CMOSレベル。
$\overline{EN}$	レシーバ・イネーブル。Highレベルにすると、全レシーバ出力がスリーステートになります。
SD	シャットダウン制御。Highレベルにすると、チャージ・ポンプをディスエーブルして静止電流を20 nAに削減します。すべてのトランスミッタとレシーバR1～R4をディスエーブルします。レシーバR5は、シャットダウン中もアクティブです。

表I. 真理値表

SD	$\overline{EN}$	ステータス	T_{OUT}1～3	R_{OUT}1～4	R_{OUT}5
0	0	通常動作	イネーブル	イネーブル	イネーブル
0	1	レシーバをディスエーブル	イネーブル	ディスエーブル	ディスエーブル
1	0	シャットダウン	ディスエーブル	ディスエーブル	イネーブル
1	1	シャットダウン	ディスエーブル	ディスエーブル	ディスエーブル

ピン配置



オーダー・ガイド

モデル	温度範囲	パッケージ	パッケージ・オプション
ADM3311EARS-Reel 2.5	−40～＋85℃	28ピン・シュリンク・スモール・アウトライン（SSOP）	RS-28
ADM3311EARU-Reel 2.5	−40～＋85℃	28ピン薄型シュリンク・スモール・アウトライン（TSSOP）	RU-28

ADM33311E—代表的な性能特性

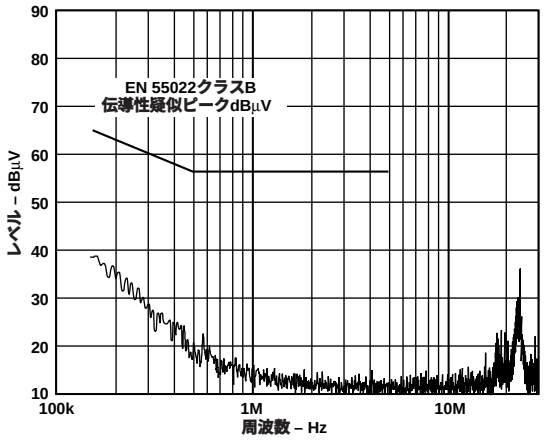


図1. EMC伝導性放射

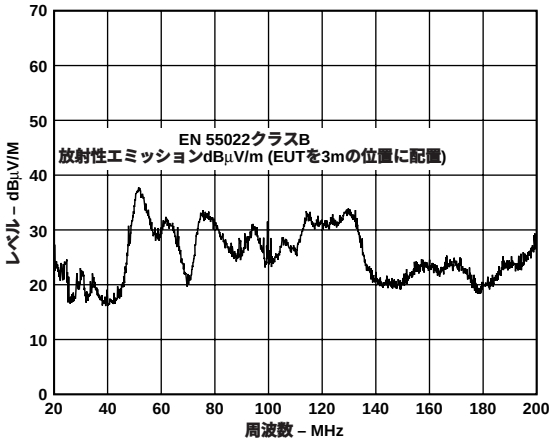


図2. EMC放射性エミッション

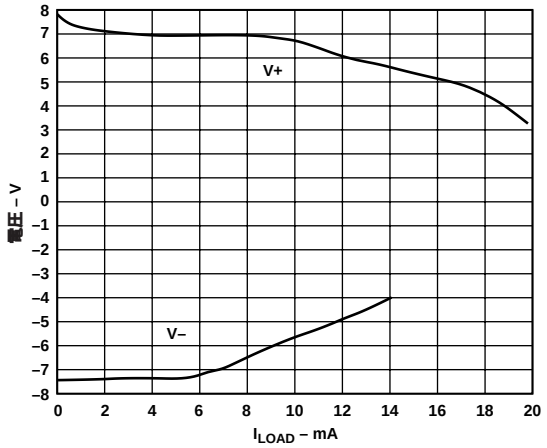


図3. チャージ・ポンプV+、V−と負荷電流の関係

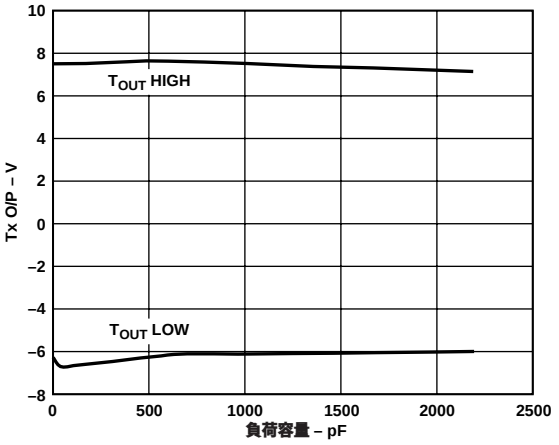


図4. トランスミッタ出力High/Lowと負荷容量の関係

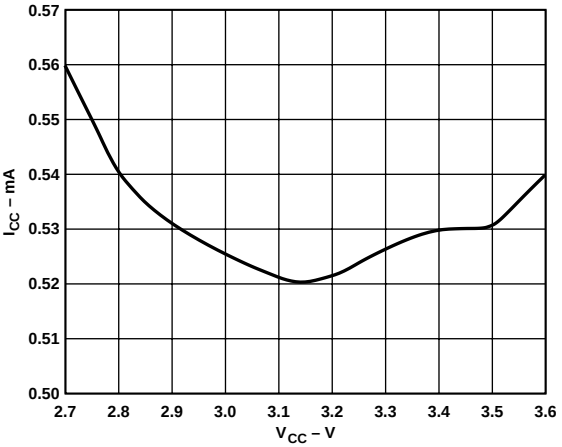


図5. 電源電流と電源電圧の関係（無負荷）

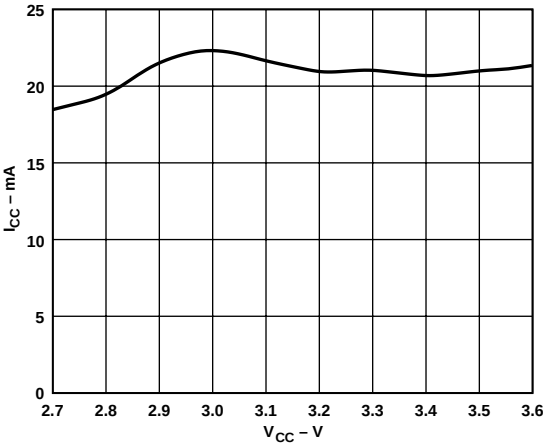


図6. 電源電流と電源電圧の関係（R_L＝3 kΩ）

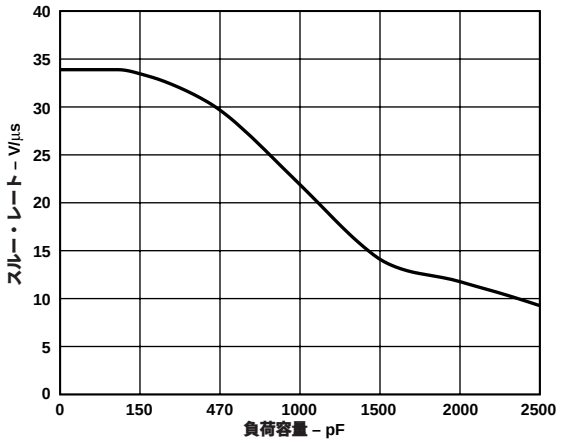


図7. スルー・レートと負荷容量の関係

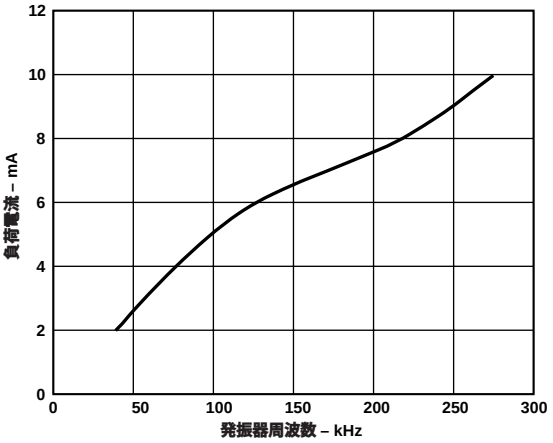


図10. 負荷電流と発振器周波数の関係

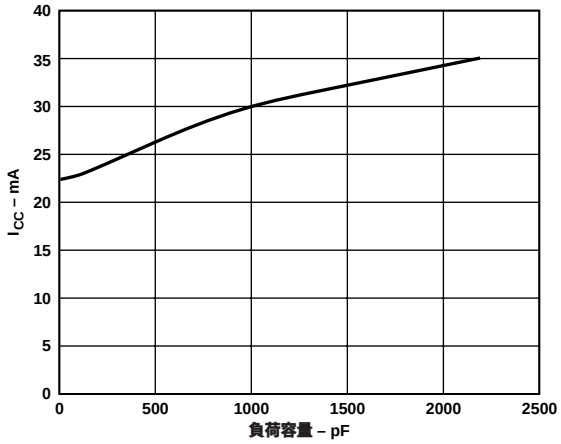


図8. 電源電流と負荷容量の関係（R_L＝3 kΩ）

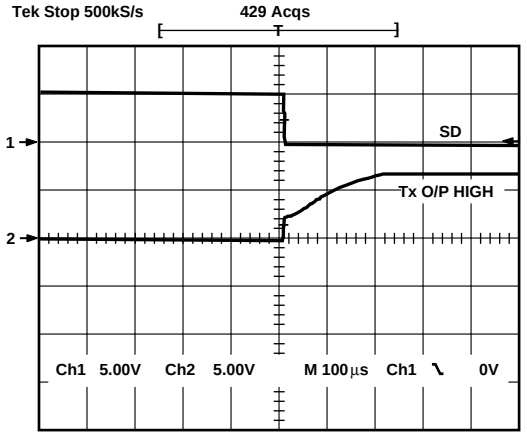


図11. シャットダウンから抜け出るときのトランスミッタ出力（High）

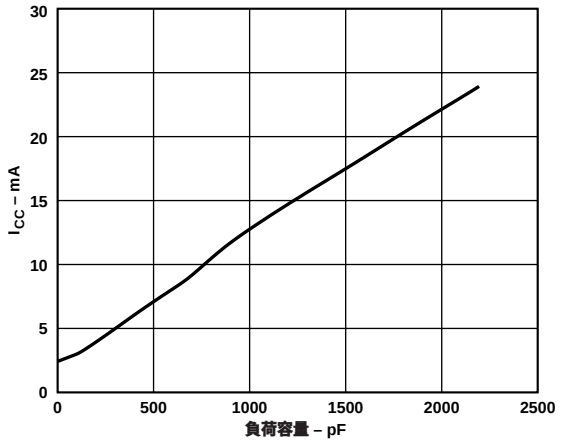


図9. 電源電流と負荷容量の関係（R_L＝∞）

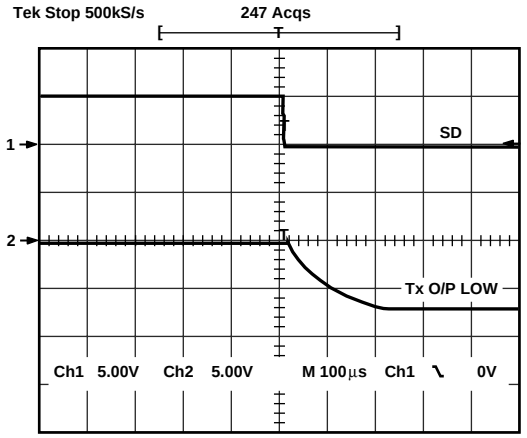


図12. シャットダウンから抜け出るときのトランスミッタ出力（Low）

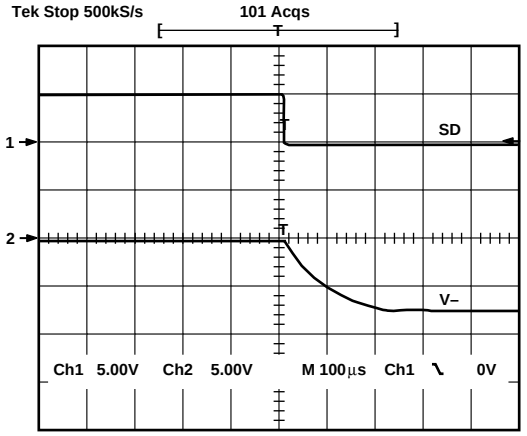


図13. シャットダウンから抜け出るときのチャージ・ポンプV−

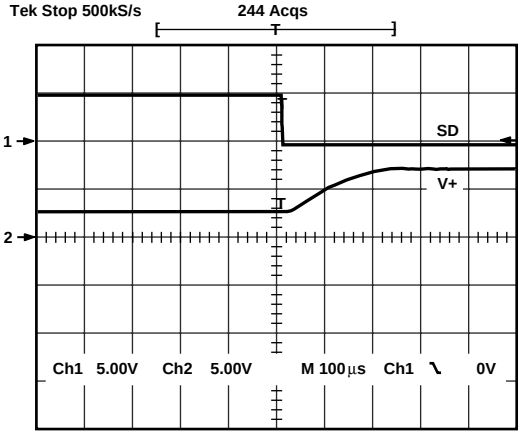


図14. シャットダウンから抜け出るときのチャージ・ポンプV+

概要

ADM3311Eは、＋2.7～＋3.6 Vの単電源で動作する強固なRS-232ライン・ドライバ/レシーバです。ステップアップ電圧コンバータとレベル・シフト・トランスミッタ/レシーバの組み合わせにより、単電源動作でのRS-232レベルの発生を可能にしています。低消費電力、Green Idle動作、高送信レート、電磁適合性のEU通達に対する適合性などの特長を持っています。EM適合性としては、高レベルの静電放電を含む放射性干渉と伝導性干渉に対する保護機能などを持っています。

すべてのRS-232入力と出力には、最大±15 kVの静電放電と最大±4 kVの高速過渡電圧に対する保護機能が内蔵されています。

このデバイスは電気的に厳しい環境、またはRS-232ケーブルの抜き挿しが頻繁に行われる環境での動作に最適であり、特別なシールド対策なしで高いRF電界強度に対して耐性を持っています。

放射の方も厳しい規格値内に抑えられています。CMOS技術を使って、消費電力を極めて小さく維持しているため、携帯型アプリケーションで最大バッテリ寿命が得られます。

回路説明

内部回路は、次の3つの主要セクションから構成されています。

1. チャージ・ポンプ電圧コンバータ
2. 3.3 VロジックからEIA-232へのトランスミッタ
3. EIA-232から3 Vロジックへのレシーバ
4. 全I/Oラインの過渡電圧保護回路

チャージ・ポンプDC/DC電圧コンバータ

チャージ・ポンプ電圧コンバータは、180 kHzの発振器とスイッチング・マトリクスから構成されています。このコンバータは、入力の＋3.0 Vレベルから±9 V電源を発生します。これは、スイッチド・キャパシタ技術を使って次に説明する2ステージで行われます。先ず、キャパシタC4を電荷保持素子として使って、＋3.0 V入力電源を3倍して＋9.0 Vにします。次に、C5を電荷保持素子として使って、この＋9.0 Vレベルを反転し−9.0 Vを発生します。

ただし、他のチャージ・ポンプDC/DCコンバータとは異なり、ADM3311Eのこのチャージ・ポンプは、オープン・ループ動作ではありません。出力電圧はGreen Idle回路（後述）により±7.25 Vにレギュレーションされ、実際に±9 Vになることはありません。これにより消費電力を節約し、かつ出力電圧をより一定に維持します。

この3倍動作は2位相動作で行われます。発振器のLow位相で、S1とS2が閉じ、C1が急速にV_{CC}まで充電されます。S3、S4、S5は開いています。S6とS7は閉じています。発振器のHigh位相では、S1とS2が開き、S3とS4が閉じます。そのため、S3の出力の電圧が2 V_{CC}になります。この電圧を使ってC2を充電します。放電電流が存在しないので、C2は数サイクル後に2 V_{CC}まで充電されます。前述のように、発振器のHigh位相で、S6とS7は閉じているので、S6の出力での電圧は3 V_{CC}になります。

この電圧を使ってC3を充電します。

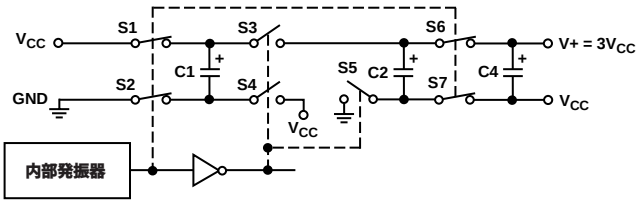


図15. チャージ・ポンプによる電圧3倍器

図16に、電圧インバータを示します。発振器のHigh位相で、S10とS11は開き、S8とS9が閉じて（数サイクル間）、C2が電圧3倍器の出力により＋3 V_{CC}まで充電されます。発振器のLow位相で、S8とS9が開いて、S10とS11が閉じて、C3がC5の両端に接続されます。C5の正端子はグランドに接続され、負端子がV−出力になります。数サイクル間にC5は−3 V_{CC}に充電されます。

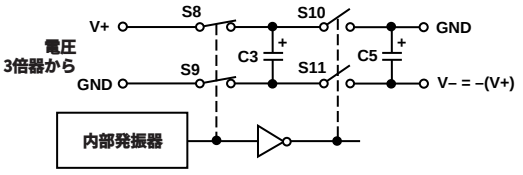


図16. チャージ・ポンプによる電圧インバータ

負荷電流が小さい場合は、V＋電源とV−電源を使って外部回路を駆動することもできます。代表的な性能の節の図13と図14を参照してください。

GREEN IDLE

Green Idleとは?

Green Idleとは、直ちにデータを送信できる状態で、アイドル状態（送信なし）の消費電力を最小にする方法です。

Green Idleの動作原理は?

RS-232ライン・ドライバで使用されるチャージ・ポンプ型のDC/DCコンバータは、通常オープン・ループで動作します。すなわち、出力電圧はレギュレーションされていません。軽い負荷条件のもとでの、出力電圧は、2倍器では電源電圧の2倍に近づき、3倍器では電源電圧の3倍に近づき、リップルは殆どありません。負荷電流が増加すると、出力電圧が低下し、リップル電圧が増えます。

無負荷条件下でも、発振器とチャージ・ポンプは非常に高い周波数で動作を続け、そのためにスイッチング損失と電流ドレインがあります。

Green Idleでは、出力電圧を監視してそれを約7 Vの一定値に維持します。電圧が7.25 Vを超えて上昇すると、発振器をターンオフします。電源電圧が7.00 Vを下回ると、発振器をターンオンして、充電パルスのバーストを電荷蓄積キャパシタに送ります。発振器をターンオフすると、チャージ・ポンプの消費電力は実質的にゼロになり、軽い負荷条件のもとでは平均電流ドレインが大幅に削減されます。

図17にGreen Idle回路のブロック図を示します。V+とV−の両方を監視し、内蔵のバンドギャップ・デバイスから得られた基準電圧と比較し、V+またはV−が7 Vを下回ると、発振器が起動され、電圧7.25 Vを超えるまで発振器が動作します。

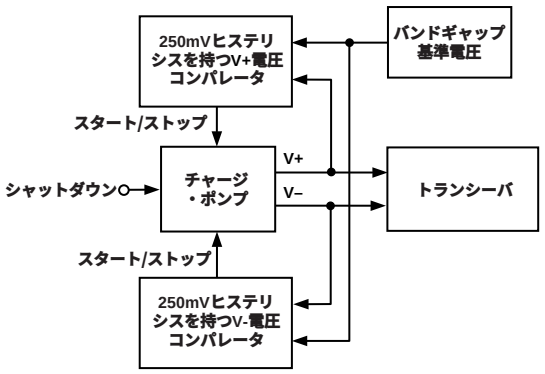


図17. Green Idle回路のブロック図

図18に、種々の負荷条件下のV+に対するGreen Idle動作を示します。軽い負荷条件のもとでは、C1は充電状態を維持しているため、C2の充電には1個の発振器パルスで済みます。これらの条件のもとでは、V+は実際には少し7.25 Vよりオーバーシュートします。

中程度の負荷条件下では、C2を7.25 Vまで充電するのに数サイクルを要します。各バースト内のパルス数が増えてパルスのバーストが接近して密になるため、発振器の平均周波数は高くなります。

高負荷条件下では、チャージ・ポンプ出力が7.25 Vに到達できない場合、発振器は常時ONになります。

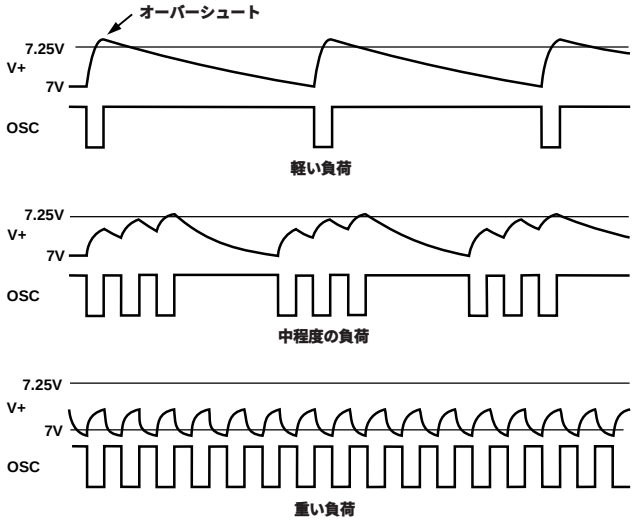


図18. 種々の負荷条件でのGreen Idleの動作

Green Idleとシャットダウンの関係

シャットダウン・モードでは、チャージ・ポンプをシャットダウンすることにより、消費電力を最小にします。この状態では、電圧3倍器内のスイッチは、V+が直接V_{CC}に接続されるように設定されます。C5を充電するチャージ・ポンプ動作がないため、V−はゼロになります。これは、シャットダウンから抜け出たときに、V+とV−が公称動作電圧に到達するまでに遅延が生ずることを意味します。Green Idleでは、トランスミッタのアイドル状態でトランスミッタ電源電圧を維持して、この遅延が発生しないようにします。

電源電圧リップルは増加しませんか?

オープン・ループで動作するチャージ・ポンプ出力電圧のリップルは、発振器周波数、電荷蓄積キャパシタ値、負荷電流の3つの要因により決定されます。電荷蓄積キャパシタ値は固定です。発振器周波数を上げると、リップル電圧は小さくなります。発振器周波数を下げると、リップル電圧は大きくなります。負荷電流を大きくすると、リップル電圧は大きくなります。負荷電流を小さくすると、リップル電圧は小さくなります。軽い負荷でのリップル電圧は、大きな負荷電流でのリップル電圧より小さくなる傾向を持ちます。

Green Idleを使うと、リップル電圧はGreen Idle回路の上側と下側のスレッショルドにより決定されます。これらの公称値は、7.00 Vと7.25 Vであり、そのため殆どの負荷条件下でリップルは250 mVになります。非常に軽い負荷条件では、7.25 Vを超えたオーバーシュートが発生することがあります。したがって、リップルは少し大きくなります。重い負荷条件では、出力は7.25 Vに到達できないために、Green Idle回路は動作しないので、リップル電圧は負荷電流により決定され、普通のチャージ・ポンプと同じになります。

電磁適合性についてはどうですか?

Green Idleは一定の発振器周波数で動作しないので、発振器信号周波数とスペクトルは負荷に応じて変化します。したがって、放射性と伝導性の放射も変化します。他のアナログ・デバイセズ社のRS-232トランシーバと同様に、ADM3311Eはスルー・レート制限と放射性と伝導性の放射を最小にする他の機能を持っています。

デバイスは、全負荷条件下でのEMCに対してキャラクタライズされており、EN55022/CISPR22の条件を満たしています。

トランスミッタ（ドライバ）セクション

ドライバは3.3 Vロジック入力レベルをEIA-232出力レベルに変換します。V_{CC}＝＋3.0 Vで、かつEIA-232負荷を駆動する場合、出力電圧振幅は±6.4 V（typ値）です。

内部400 kΩプルアップ抵抗がこれらをHighにして、出力をLow状態にするため、未使用入力は解放のままにしておくことができます。グランドに接続したとき、入力プルアップ抵抗は8 μA（typ値）のソース電流をながします。したがって、未使用入力はV_{CC}に接続するか、または解放のままにして消費電力を少なくすることができます。

レシーバ・セクション

レシーバはRS-232入力を入力する反転レベル・シフタであり、これらの入力を3 Vロジック出力レベルに変換します。入力はグランドに接続した5 kΩのプルダウン抵抗を内蔵しており、±30 Vまでの過電圧に対して保護されています。未使用入力は、内蔵5 kΩプルダウン抵抗により0 Vにプルダウンされます。したがって、未使用入力またはGNDに接続された入力に対して、ロジック1 レベルが出力されます。

レシーバは0.4 Vのヒステリシス・レベルを持つシュミット・トリガ入力を持っています。これにより、ノイズの多い入力と変化の遅い入力に対して誤りのない入力処理を可能にしています。

イネーブルとシャットダウン

イネーブル機能は、レシーバ出力をスリーステートにすることが望ましいデータ・バス接続を可能にするために用意されています。ディスエーブル・モードでは、全レシーバ出力が高インピーダンス状態になります。シャットダウン機能は、デバイスをシャットダウンさせて、静止電流を最小にするために用意されています。シャットダウン状態では、全トランスミッタがディスエーブルされ、レシーバR1～R4もディスエーブルされます。

シャットダウン状態でも、レシーバR5はイネーブルされたままです。シャットダウン状態で、ディスエーブルされたトランスミッタはスリーステートにならないため、複数の（RS-232）ドライバ出力を一緒に接続することはできません。

シャットダウン機能は消費電力を0.06 μWに減少させるため、バッテリ駆動のシステムでは非常に役立ちます。シャットダウン状態では、チャージ・ポンプもディスエーブルされます。シャットダウンから抜け出すとき、チャージ・ポンプが再起動され、定常動作状態に到達するまでに約100 μs要します。

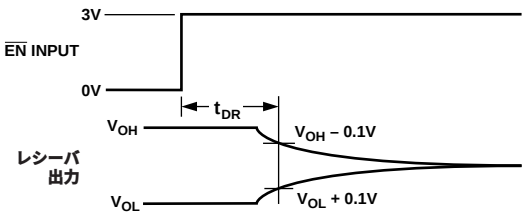


図19.　レシーバのディスエーブル・タイミング

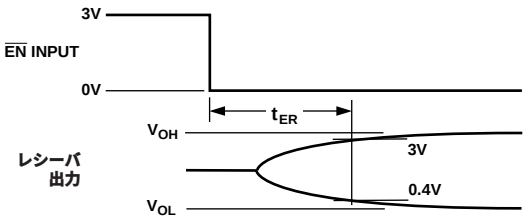


図20.　レシーバのイネーブル・タイミング

高いボー・レート

ADM3311Eは、EIA/RS-232E仕様を遥かに超えるレートでのデータ転送を可能にする高スルー・レートで動作します。ワースト・ケース負荷条件のもとでも、最大230 kbpsのデータ・レートでRS-232電圧レベルを維持します。この機能により、2端子間または230 kbpsのデータ・レートを必要とする新世代のISDNモデム規格に対する高速データ・リンクも可能にします。このスルー・レートは、EMI干渉を最小にするために、内部で30 V/μs以下に制御されています。

レイアウトと電源のデカップリング

ADM3311Eの発振器は高い周波数で動作するため、プリント回路ボードのレイアウトでは特別な注意が必要で、全パターンはできるだけ短くし、C1～C5はできるだけデバイスの近くに配置する必要があります。

デバイスの下と周囲にグランド・プレーンを使用することが推奨されます。Green Idle動作時に発振器が起動すると、V_{CC}から大きな電流パルスが流されます。このため、1 μF以上のタンタル・キャパシタと0.1 μFのセラミック・キャパシタの並列接続をV_{CC}ピンのできるたけ近くに接続して、V_{CC}をデカップリングする必要があります。

キャパシタC1～C5の値は0.1 μF～1 μFの範囲で選択することができますが、大きな値ほど、リップルを小さく抑えます。これらのキャパシタには、低い等価直列抵抗（ESR）のために選択される電解キャパシタ、または無極性タイプを選択することができますが、セラミック・タイプの使用をお薦めします。有極性電解キャパシタを使用する場合は、極性に注意する必要があります（例えば、C1＋と示してあります）。

ESD/EFT過渡電圧保護方式

ADM3311Eは、すべての入力と出力に保護クランプ構造を持っており、電圧を安全なレベルにクランプして、ESD（Electrostatic）放電とEFT（Electrical Fast Transients）放電のエネルギを消耗させます。保護構造の簡単化した回路図を下に示します。各入力と出力には、逆向きに接続された2個の高速クランプ・ダイオードが内蔵されています。最大RS-232信号レベルの通常の動作では、信号の極性に応じて、いずれかが逆バイアスされているため、ダイオードは影響を与えません。しかし、電圧が約±50 Vを超えると、逆ブレークダウンが発生して電圧がこのレベルにクランプされます。ダイオードは瞬時電流サージを処理できるようにデザインされた大きなp-n接合であるため、数Aを処理することができます。

トランスミッタ出力とレシーバ入力は同じ保護構造を持っています。レシーバ入力も、GNDに接続した内蔵の5 kΩ抵抗と保護ダイオードを通してエネルギの一部を消費することができます。

この保護構造は、最大±15 kVのESD保護と最大±4 kVのEFT保護をすべてのRS-232 I/Oライン上で達成しています。この保護方式のテスト方法については後で説明します。

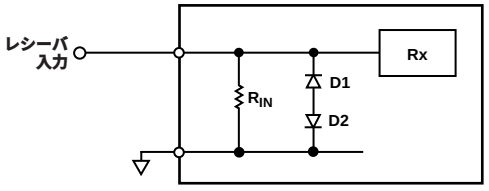


図21a.　レシーバ入力保護方式

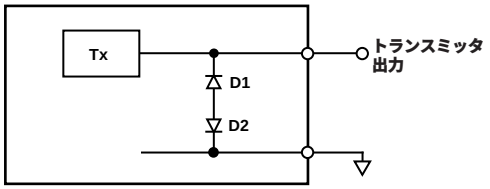


図21b.　トランスミッタ出力保護方式

ESDテスト(IEC1000-4-2)

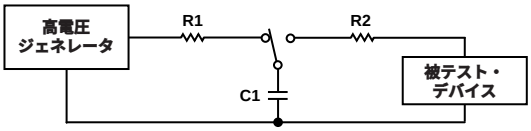
IEC1000-4-2（以前の801-2）では、接触放電とエアー・ギャップ放電の2種類の結合方法を使う適合性テストを規定しています。接触放電は被テスト・ユニットに対する直接接続を使用します。エアー・ギャップ放電では、高いテスト電圧を使いますが、被テスト・ユニットに対する直接の接触はありません。エアー放電では、放電銃を被テスト・ユニットに向かって移動しながら、エアー・ギャップ間にアークを発生させます。このためにエアー放電という用語が使われます。この方法は、湿度、温度、気圧、距離、放電銃の接近速度の影響を受けます。現実性は劣りますが、接触放電方法の方が再現性があるため、エアー・ギャップ法より採用が増えています。

ESDパルスには非常に小さいエネルギしか含まれていませんが、極めて高速な立上がり時間と高電圧を組み合わせると、保護のない半導体には故障を与えることがあります。致命的な破壊がアークまたは加熱から直接発生します。致命的な破壊が直ちに発生しない場合でも、デバイスにはパラメータ上の劣化が生じて、性能低下をもたらします。連続的な被爆の累積効果により、完全な故障に至ることがあります。

I/Oラインは特にESD損傷に弱く、単に接触するだけで、またはI/Oケーブルを挿入するだけで、静電破壊をもたらし、この静電破壊により、そのI/Oポートに接続されているインターフェース製品の損傷または完全な破壊に至ることがあります。MIL-STD-883Bメソッド3015.7のような従来型のESDテスト方法では、このタイプの放電に対して感受性を持つ製品を完全にテストしていません。このテストは、取扱中のESD損傷に対して感受性を持つ製品をテストすることを目的にしています。各ピンは他の全ピンに対してテストされています。従来型テストとIECテストの間には、次の重要な相違点があります。

(a) IECテストでは放電エネルギの点で遥かに厳しくなっています。注入ピーク電流は4倍以上大きくなっています。
(b) IECテストでは、電流立上がり時間は大幅に高速になっています。
(c) デバイスに電源を加えた状態でIECテストを実施します。

ESD放電が被テスト・デバイスでラッチアップを発生させることがあります。したがって、このテストは、装置に電源が加えられて通常動作をしている場合の実際のI/O放電をより正確に模擬しています。しかし、安心感を得るためには、両テストを実施して、取扱時と、その後でのフィールド・サービス中の最大の保護を保証する必要があります。



ESDテスト方法	R2	C1
人体モデルMIL-STD883B	1.5kΩ	100pF
IEC1000-4-2	330Ω	150pF

図22.　ESDテスト規格

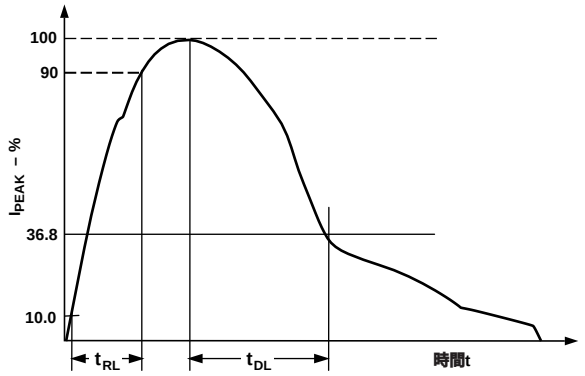


図23.　人体モデルESDの電流波形

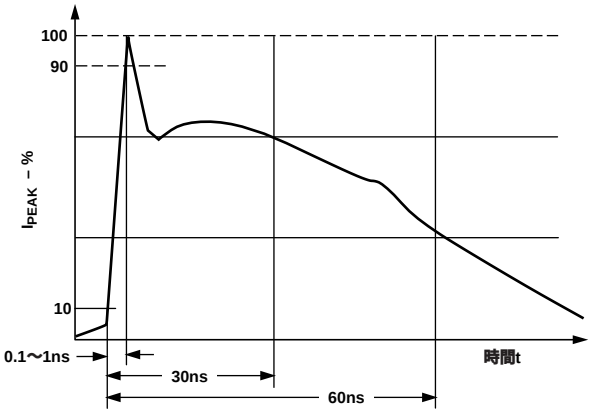


図24.　IEC1000-4-2 ESDの電流波形

ADM3311Eは、上述の両テスト方法を使ってテストされています。MIL-STD-883B仕様に従って、全ピンは他の全ピンに対してテストされています。さらに、全I/OピンがIECテスト仕様に従ってテストされています。この製品は次の条件でテストされています。

(a) パワーオン―正常動作
(b) パワーオフ

適合性の4レベルは、IEC1000-4-2により規定されています。ADM3311Eは接触放電に対する最も厳しい適合性レベルを満たしています。これは、製品は8 kVを超える接触放電に耐えることができることを意味します。

表II.　IEC1000-4-2による適合性レベル

レベル	接触放電（kV）	エアー放電（kV）
1	2	2
2	4	4
3	6	8
4	8	15

表III.　ADM3311EのESDテスト結果

ESDテスト方法	I/Oピン（kV）	その他のピン（kV）
MIL-STD-883B	±15	±3
IEC1000-4-2接触	±8	

高速過渡電圧バースト・テスト（IEC1000-4-4）

IEC1000-4-4（以前の801-4）は、高速過渡電圧/バースト（EFT）耐性を規定しています。高速過渡電圧は、スイッチとリレーの接点アークにより発生します。このテストは、例えば、電力リレーインダクタンス負荷の接続を遮断する際に発生する干渉をシミュレートしています。スパークが良く知られている逆EMF効果に起因して発生します。実際、このスパークは、リレー接点が開くときのスパークのバーストで構成されます。したがって、ライン上に発生する電圧は、極めて高速な過渡インパルスのバーストで構成されます。同じ効果が蛍光灯のスイッチングでも発生します。

IEC1000-4-4で規定されている高速過渡電圧バースト・テストでは、図25に示すこのアークとその波形をシミュレートしています。この波形は、300 ms間隔で繰り返される2.5 kHz～5 kHzの過渡電圧のバーストで構成されており、電源ラインとデータ・ラインに対して規定されています。

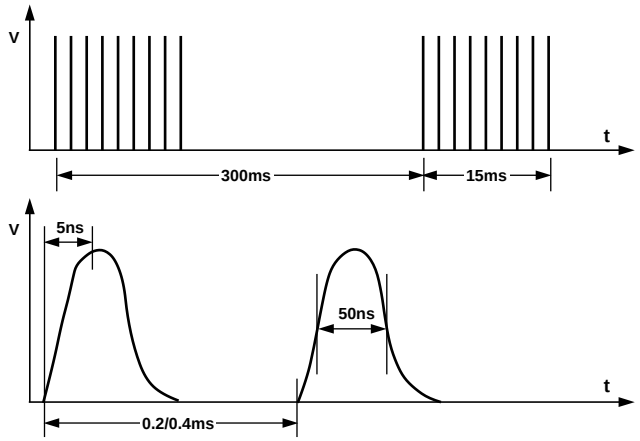


図25.　IEC1000-4-4の高速過渡電圧波形

表Ⅳ.

レベル	Vピーク（kV）PSU	Vピーク（kV）I/O
1	0.5	0.25
2	1	0.5
3	2	1
4	4	2

図26に、実際のEFTジェネレータの簡単化した回路図を示します。

過渡電圧は、EFTカップリング・クランプを使って信号ラインに結合されます。クランプは1 m長で、ケーブルを完全に囲み、クランプとケーブルの間に最大の結合容量（50～200 pF typ）を提供します。高エネルギ過渡電圧が容量性結合により信号ラインに結合されます。規格で規定された高速立上がり時間（5 ns）が良い結合を与えます。高電圧が信号ラインに加えられるため、このテストは非常に厳しいものです。1個のパルスで影響がなくとも、繰り返し過渡電圧で問題か生ずることもあります。過渡電圧の高エネルギにより、破壊的なラッチアップが誘発されることもあります。

このストレスは、インターフェース製品に電源が加えられていて、データ転送中に加えられることに注意してください。EFTテストでは、ESDより高いエネルギを持つ数百個のパルスが加えられます。I/Oラインのワースト・ケース過渡電流は40 Aにもなります。

テスト結果は、次に従って分類されます。

1. 仕様を満たす通常性能
2. 性能の一時的低下または損失で、自然回復するもの
3. 機能または性能の一時的低下または損失で、人の介入またはシステム・リセットが必要なもの
4. 機能の低下または損失で、損傷のために回復できないもの

ADM3311Eは、非シールド・ケーブルを使ってワースト・ケース条件でテストされ、分類2を満たしています。過渡電圧状態のデータ転送が止まりましたが、ユーザーの介入なしでEFTイベントの直後に回復しています。

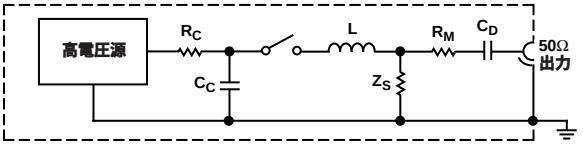


図26.　IEC1000-4-4高速過渡電圧ジェネレータ

IEC1000-4-3放射耐性

IEC1000-4-3（以前のIEC801-3）では、測定法方と放射された電磁界に対する耐性レベルを規定しています。この規定は、もともと、可搬型無線トランシーバまたは連続波形放射電磁界エネルギを発生するその他のデバイスにより発生される電磁界をシミュレートすることを目的としていました。その適用範囲が拡大されて、蛍光灯、サイリスタ・ドライバ、インダクタンス負荷などから放射されるEMエネルギを含むようになりました。

耐性のテストでは、電磁界を放射するデバイスを使います。このテストには、電波暗室、ストリップライン・セル、TEMセル、GTEMセルの使用を含む様々な方法が存在します。ストリップライン・セルは、2個の平行なプレートで構成され、その間に電界が発生されます。被テスト・デバイスはセル内に配置され、電界に曝されます。電界強度1 V～10 V/mを持つ3段階のレベルがあります。結果は、IEC1000-4-4の場合と同様な方法で分類されます。

1. 正常動作
2. 機能の一時的低下または損失で、干渉信号がなくなった場合に自己回復がかのうなもの
3. 機能の一時的低下または損失で、干渉信号がなくなった場合に人の介入またはシステム・リセットが必要なもの
4. 機能の低下または損失で、損傷のために回復できないもの

ADM3311Eは、最も厳しい条件（レベル3）で分類1を容易に満たします。実際、30 V/mまでの電界強度では性能低下がなく、放射中でも誤りなしのデータ転送が続きました。

表V. テストの厳しさのレベル（IEC1000-4-3）

レベル	電界強度V/m
1	1
2	3
3	10

放射/干渉

EN55022、CISPR22は、情報技術（IT）装置からの放射性干渉と伝導性干渉の許容限界値を定めています。この規格の目的は、放射性と伝導性のエミッション・レベルを最小にすることです。

測定と解析を簡単にするため、伝導性エミッションは30 MHz以下で支配的で、放射性エミッションは30 MHz以上で支配的であると仮定します。

伝導性エミッション

これは、ライン電源に誘導されるノイズの大きさを表します。チャージ・ポンプのスイッチング過渡電圧は20 Vの振幅で、大きなエネルギを持っており、伝導性エミッションに至ることがあります。伝導性エミッションの他のソースは、チャージ・ポンプ電圧コンバータ内のスイッチON時間の重複に起因することがあります。図 27に示す電圧3倍器では、S2が完全にターンオフしないうちにS4がターンオンすると、V_{CC}とGNDの間で過渡電流グリッチが発生し、これが伝導性エミッションを発生します。したがって、チャージ・ポンプ内のスイッチで、すべての条件下でブレーク・ビフォ・メーク・スイッチング動作を保証し、瞬時短絡条件が発生しないようにすることが重要です。

ADM3311Eは、スイッチング過渡電圧が最小になるようにデザインされており、ブレーク・ビフォ・メーク・スイッチング動作を保証しているため、伝導性エミッションが最小に抑えられています。この結果、エミッション・レベルは規格の要求値を遥かに下回っています。推奨した0.1 µFキャパシタ以外にフィルタ/デカップリングの追加は不要です。

伝導性エミッションは、ライン電源をモニターして測定されます。使用した装置は、RFで固定インピーダンスを示すLISN（電源インピーダンス安定化ネットワーク）とスペクトル・アナライザで構成されています。スペクトル・アナライザは、30 MHzまでのエミッションをスキャンします。ADM3311Eのプロットを図28に示します。

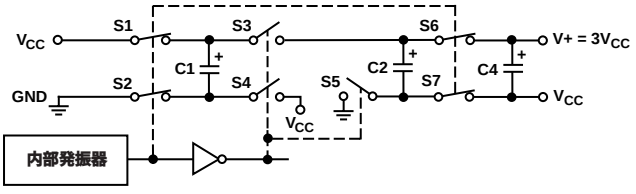


図27. チャージ・ポンプ電圧3倍器

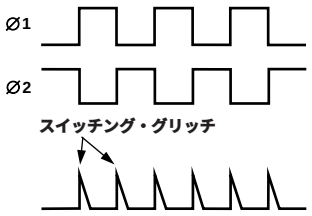


図28. スイッチング・グリッチ

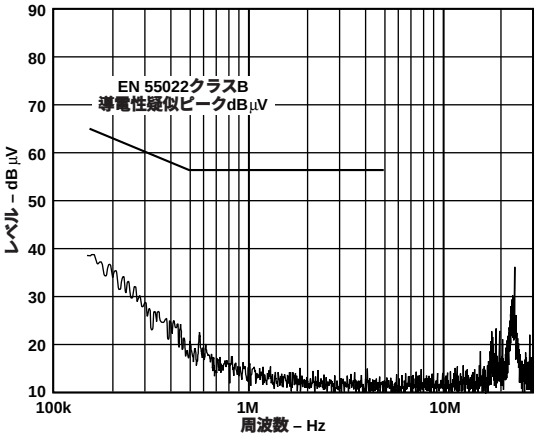


図29. 伝導性エミッションのプロット

放射性エミッション

放射性エミッションは、30 MHz以上の周波数で測定されます。高いボー・レートで動作するようにデザインされたRS-232出力は、ケーブル駆動時に高周波数EMエネルギを放射します。前に説明した伝導性エミッションを発生する理由は、放射性エミッションにも適用されます。高速RS-232出力の変化が干渉を放射します。軽い負荷で非シールド・ケーブルを駆動する場合は特に放射し易くなります。チャージ・ポンプ・デバイスもまた、高周波発振器とチャージ・ポンプによる高電圧のスイッチングに起因してノイズを放射します。 ボードの省スペースのために小型キャパシタへの移行は、チャージ・ポンプ・デザインで高い周波数の発振器の採用に繋がっています。これにより、高いレベルの伝導性エミッションおよび放射性エミッションをもたらしています。

ADM3311E製品のRS-232出力は、スルー・レートを制御して放射性エミッションのレベルを抑えていますが、それでも十分230 kボーまでのデータ・レートをサポートすることができます。

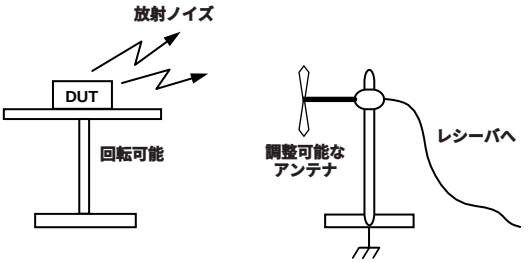


図30. 放射性エミッションのテスト・セットアップ

図31に、放射性エミッションと周波数の関係を示します。この図は、シールドまたはフィルタ部品を追加することなく、エミッション・レベルは仕様を満たしていることを示しています。ADM3311Eは最大ボー・レートで動作し、典型的なRS-232インターフェースとして設定されています。

放射性エミッションのテストは、シールドされた電波暗室内で実施されました。

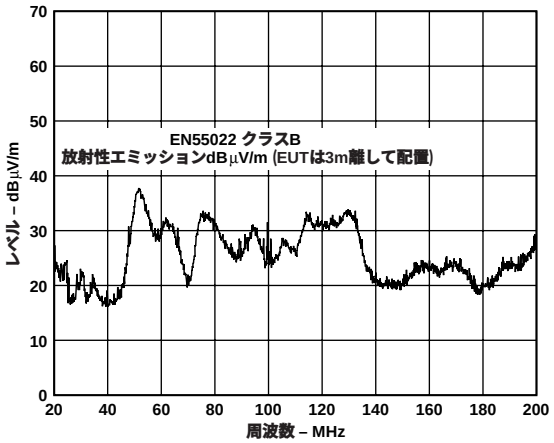
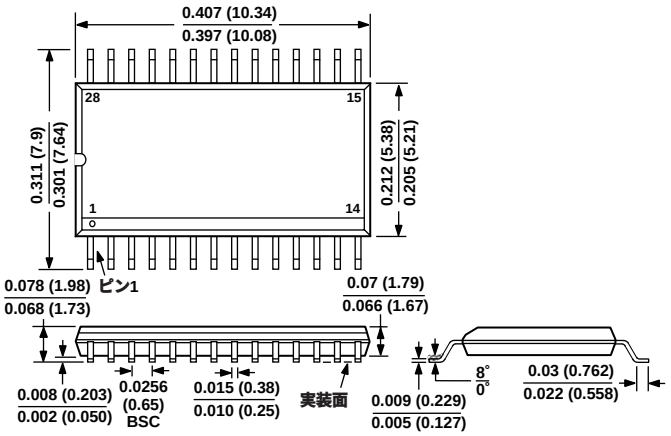


図31. 放射性エミッションのプロット

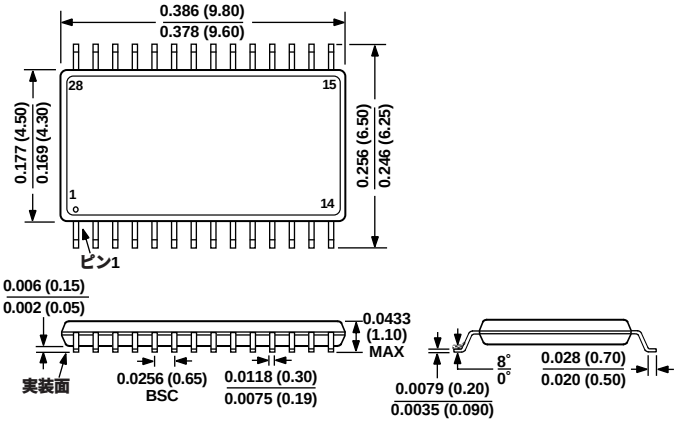
外形寸法

サイズはインチと（mm）で示します。

28ピンSSOP（RS-28）



28ピンSSOP（RU-28）



D12128-2.7-11/99,1A

PRINTED IN JAPAN